

KINETIKA REAKSI PEMBUATAN NaOH DARI SODA ASH DAN Ca(OH)_2

Luluk Edahwati
Teknik Kimia FTI-UPN "Veteran" Jatim

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data suhu dan waktu terbaik yang menghasilkan konversi reaksi terbesar. Reaksi pembuatan NaOH ini dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk, pengukur suhu dan pendingin air. Variabel penelitian yang dijalankan adalah suhu reaksi ($^{\circ}\text{C}$): 70, 75, 80, 85, 90; waktu reaksi (menit): 40, 50, 60, 70, 80; dan jumlah 20% slurry Ca(OH)_2 (gram): 150, 175, 200, 225, 250. Variabel yang ditetapkan adalah Kadar Ca(OH)_2 : 20% berupa slurry; Putaran pengaduk: 100 Rpm; Kadar Na_2CO_3 20% berupa larutan; Berat 20% larutan Na_2CO_3 : 300 gram; dan ukuran partikel: 20 mesh.

Hasil reaksi pembentukan ini dipengaruhi oleh suhu, waktu, dan konsentrasi (jumlah) Ca(OH)_2 dan reaksi mengikuti orde 1. Konversi tertinggi (X_B) didapat pada waktu reaksi 80 menit dan suhu reaksi 85°C dan konsentrasi Ca(OH)_2 sebesar 250 gram. Konversi pada keadaan ini adalah $X_B = 0,8604$ atau 86,04%.

Kata Kunci: suhu reaksi, waktu reaksi, konsentrasi shurry.

ABSTRAK

This research intent to get temperature data and best time that results to convert greatest reaction. NaOH's makings reaction this is done in jugular gourd three one be completed by churn, temperature and water cooler gauge. Variable research that is carried on is temperature react($^{\circ}\text{C}$): 70, 75, 80, 85, 90; reaction time (minute): 40, 50, 60, 70, 80; and amount 20% slurry Ca(OH)_2 (gram): 150, 175, 200, 225, 250. Specified variable is Titrate Ca(OH)_2 : 20% as slurry; Churn lap: 100 Rpm; Na's rate CO_3 20% as solution; Weight 20% Na's solutions CO_3 : 300 grams; and particle measure: 20 mesh.

Result reacts this forming regarded by temperature, time, and concentration (total) Ca(OH)_2 and reaction follows order 1. supreme Conversion (X_B) gotten on reaction time 80 minute and reaction temperature 85°C and Ca's concentration $(\text{OH})_2$ as big as 250 grams. Conversion on this situation is $x_B = 0,8604$ or 86,04%.

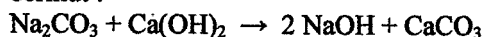
Key word: temperature reacts, reaction time, shurry's concentration.

PENDAHULUAN

Penggunaan NaOH cukup banyak digunakan untuk industri minyak goreng, sabun, kertas, bumbu masak dan lain-lain. Hal ini cukup menarik untuk diteliti baik dari segi proses dan juga dari segi kinetika reaksi kimia (kinetika kimia). Pada prinsip stoikiometri memungkinkan untuk menghitung jumlah zat yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan kimia yang direaksikan

pada suatu reaksi kimia (Ralph H. Petrucci, 1994)

Reaksi kimia yang diteliti ini, adalah reaksi pembentukan NaOH dari soda ash dan calcium hydroxide sesuai reaksi sebagai berikut:



Sedangkan dalam perancangan reaktor-reaktor kimia (chemical reactors) perlu diketahui atau dicari datanya dengan penelitian kinetika reaksi, yaitu mengenai

suhu reaksi, tekanan operasi, rate aliran dan waktu reaksi. (Stanley M. Walas, 1998)

Selain waktu reaksi dan rate aliran yang saling terkait, dapat pula ditambahkan, yaitu waktu pengisian reaktor, waktu pengosongan, waktu pendinginan, dan waktu pemanasan. Karena data tersebut sangat diperlukan dalam perancangan reaktor kimia, maka hal tersebut yang melatar belakangi mengapa suatu penelitian kinetika reaksi dilaksanakan. (Stanley M. Walas, 1998)

Dari data mengenai suhu reaksi, waktu reaksi dan besar slurry Ca(OH)_2 yang diperlukan untuk reaksi pembentukan NaOH tersebut, maka dapat dirancang reaktor kimia untuk reaksi antara calcium hydroxide dengan soda ash yang menghasilkan caustic soda dan calcium carbonate.

Bahan Baku Calcium Hydroxide $[\text{Ca(OH)}_2]$

Bahan baku Ca(OH)_2 dapat diperoleh dengan harga murah di toko bangunan, yang di produksi dari pembakaran lime stone (batu kapur) pada suhu 889°C yang dikenal dengan sebutan proses kalsinasi dengan reaksi sebagai berikut $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

Selanjutnya CaO hasil ini diproses lebih lanjut. Reaksi ini merupakan reaksi dapat balik (reversible). Untuk mempercepat proses kalsinasi gas CO_2 yang terjadi dikeluarkan atau dihisap, sehingga keseimbangan reaksi akan bergeser kekanan, dengan kata lain CaCO_3 akan cepat terurai menjadi CaO dengan gas CO_2 .

Secara teoritis untuk menghasilkan 1Kg CaO dibutuhkan panas sebesar 770 kkal. Selanjutnya untuk memperoleh Ca(OH)_2 dilakukan proses hidratisasi. Proses hidratisasi atau slaking merupakan reaksi dengan H_2O yaitu : $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ -15,9 kkal Reaksi eksotermis, dimana dilepaskan sejumlah panas ketika reaksi berlangsung, secara teoritis dari 1Kg CaO akan dilepas panas sebesar 284 kkal.

Sifat-sifat kimia calcium hydroxide adalah

a. Bereaksi dengan CO_2 dari udara sesuai reaksi sbb: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Bila berlebih CO_2 nya akan terjadi reaksi: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$

b. Pada suhu 580°C akan terurai sebagai berikut: $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

c. Bereaksi dengan HCl dengan reaksi sebagai berikut: $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Anil, 1983)

Kegunaan calcium hydroxide adalah untuk bahan campuran buangan, untuk industri semen, untuk pembuatan garam-garam calcium, untuk pemurnian air, untuk industri karet dan lain-lain (Arthur, 1958)

Bahan Baku Soda Ash mempunyai komposisi 99% Na_2CO_3 dan 1% H_2O .

Sifat-sifat fisika Na_2CO_3 adalah berupa padatan berwarna putih, berasap dan berbau menyengat hidung, larut dengan baik dalam air 7,1 gram/100 gram air pada 0°C dan 48,5 gram/100 gram air pada 104°C , tidak larut dalam alkohol dan ether, density = 2,533 gram/cc, titik leleh 851°C (Arthur, 1958)

Kegunaan Na_2CO_3 adalah untuk bahan baku pembuatan gelas, bahan baku pembuatan NaOH, industri kertas, industri sabun, tekstil dan lain-lain (Faith and Keyes, 1961)

Proses Pembuatan Caustic Soda secara garis besar terdiri antara lain: Proses Electrolysis

Sebagai bahan baku digunakan garam NaCl dan H_2O dengan menggunakan aliran listrik yang dilewatkan pada larutan NaCl dalam air. Sebagai reaktor yang digunakan Cell yang dibuat secara khusus. Sebagai by product diperoleh gas Hydrogen dan Chlorine yang terbentuk pada Cathode dan Anode. Caustic Soda yang diperoleh berupa larutan $\pm 10\%$ NaOH. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ (Faith and Keyes, 1961).

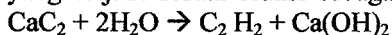
Proses dari Lime dan Soda Ash

Sebagai bahan baku digunakan Lime Stone dan Soda Ash. Lime Stone dibakar dalam Kiln pada suhu 899°C , dengan reaksi sebagai berikut: $\text{CaCO}_3 + \text{heat} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ - 766 btu/lb CaCO_3 . Dengan penambahan air akan diperoleh hasil Milk of Lime atau

Ca(OH)_2 sesuai reaksi sebagai berikut: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{heat}$

Pada reaktor untuk pembuatan NaOH, Ca(OH)_2 ini direaksikan dengan Na_2CO_3 sesuai reaksi sebagai berikut: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$ (Faith and Keyes, 1961).

NaOH hasil berupa larutan $\pm 10\%$ dan CaCO_3 berupa endapan, dipisahkan dengan penyaringan. Selain bahan tersebut, sebagai ganti Ca(OH)_2 yang berasal dari Lime Stone, adalah limbah gas asetilin yang mempunyai kandungan Ca(OH)_2 di atas 90% (kering) yang terjadi sesuai reaksi sebagai berikut :



Ca(OH)_2 , dengan kadar di atas 90% ini dapat pula digunakan untuk pembuatan kalsium karbonat presipitat sesuai reaksi: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Reaksi ini yang antara lain dilaksanakan dalam reaktor Venturi Bersirkulasi atau dapat pula dalam reaktor berpengaduk.

Dari waste Ca(OH)_2

Proses hampir sama dengan lime dan soda, akan tetapi lebih singkat. Sebagai bahan baku digunakan Ca(OH)_2 limbah pabrik gas asetilin atau dari las karbit sebagai hasil reaksi karbit dengan air yang menghasilkan Ca(OH)_2 dan C_2H_2 gas. $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ gas digunakan untuk pengelasan, sedangkan Ca(OH)_2 berupa endapan yang bercampur dengan air dan impurities digunakan sebagai bahan baku.

Waste Ca(OH)_2 yang berupa padatan yang mengandung air dibuat slurry dengan kadar 30% solid direaksikan di reaktor dengan 20% soda ash (Na_2CO_3) larutan sehingga terjadi reaksi: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$.

Na_2CO_3 yang bereaksi 95 – 96% dan Ca(OH)_2 diberikan sedikit berlebihan, sehingga pada hasil reaksi terdapat Na_2CO_3 dan Ca(OH)_2 lebih rendah dari NaOH, maka sebagian besar Na_2CO_3 yang ada akan mengendap, dan dipisahkan dengan filter. Larutan NaOH 50% ditampung sebagai produk utama yang mengandung sedikit impurities Na_2CO_3 , sedangkan kristal Na_2CO_3 dan sedikit Na_2CO_3 dan sedikit NaOH yang tertahan di filter dicuci dengan

air pencuci hingga larut semua dan ditampung, dijual sebagai hasil samping.

Dari ketiga macam proses tersebut, dipilih proses dari lime dan soda ash disebabkan oleh beberapa alasan yang menguntungkan, yaitu:

1. Tidak diperlukan energi listrik/bahan bakar yang besar.
2. Bahan baku Ca(OH)_2 cukup murah, karena dari lime stone.
3. Proses lebih singkat, sederhana, tak diperlukan banyak alat, maka total capital investment lebih rendah dari proses lainnya.
4. Peralatan proses bisa dibuat dengan baik di dalam negeri.

Precipitated CaCO_3

Hasil reaksi dari proses berupa endapan (precipitated CaCO_3) dan larutan NaOH. Endapan dipisahkan dengan penyaringan dan selanjutnya endapan dicuci dengan aquadest. Endapan yang telah dicuci ini dikeringkan di oven pada suhu 100-150°C.

Hasil pengeringan masih berupa gumpalan. Oleh karena itu perlu dipecah dengan alat pemecah (palu) sehingga dihasilkan produk kapur ringan berupa bubuk halus.

Kinetika Reaksi

Suatu reaksi kimia berlangsung karena atom-atom bersenyawa membentuk molekul-molekul baru dengan cara pembentukan elektron oktet dalam masing-masing atom. Laju berlangsungnya proses kimia dan energi-energi yang bertalian dengan proses ini secara mekanisme reaksi kimia dipelajari dalam kinetika.

Mekanisme reaksi adalah rangkaian reaksi setingkat demi setingkat yang terjadi berurutan pada proses pembuatan NaOH, sesuai dari penelitian maupun pabrik yang telah ada, ternyata Ca(OH)_2 di atas 90% kemurniannya dapat direaksikan dengan misal CO_2 dan juga Na_2CO_3 yang akan membentuk produk CaCO_3 dan juga NaOH, hal ini sesuai dengan reaksi: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$

Biasanya kinetika reaksi di pelajari pada suhu tetap, tetapi lebih baik pada dua suhu atau lebih. Kinetika reaksi adalah jumlah mol zat yang bereaksi per liter yang diubah menjadi zat lain dalam suatu satuan waktu tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinetika reaksi : (Levenspiel, 1972)

a. Sifat dan Bahan

Reaksi antara senyawa ion umumnya berlangsung cepat karena adanya gaya tarik yang kuat antara ion-ion dengan muatan yang berlawanan, sehingga hampir seluruh tumbukan yang terjadi menghasilkan perubahan.

b. Konsentrasi

Dari berbagai percobaan didapat bahwa makin besar konsentrasi zat-zat yang bereaksi makin cepat reaksi itu berlangsung, sehingga makin besar kemungkinan terjadinya tumbukan, dengan demikian makin besar pula kemungkinan terjadinya suatu reaksi.

c. Suhu

Pada umumnya penurunan suhu memperlambat reaksi sedangkan kenaikan suhu akan mempercepatnya. Dengan menaikkan suhu maka energi kinetik molekul-molekul zat yang bereaksi makin bertambah. Molekul-molekul dengan energi kinetik yang ditingkatkan ini bila saling bertumbukan akan menghasilkan energi tumbukan yang cukup untuk memutus molekul zat tersebut, sehingga reaksi itu terjadi.

d. Katalisator

Merupakan zat lain dalam sistem reaksi, tetapi pada akhir reaksi diperoleh kembali. Proses menaikkan laju reaksi dengan menggunakan katalisator disebut proses katalisa. Yang mempercepat reaksi adalah katalis positif, yang memperlambat reaksi adalah katalis negatif. Untuk menentukan kecepatan reaksi kimia dikembangkan suatu model persamaan kecepatan reaksi yang menguji bahwa reaksi itu mengikuti tingkat atau orde beberapa yang kemudian diperoleh suatu harga konstanta kecepatan reaksi.

Secara umum reaksi dibagi dua, yaitu reaksi homogen dan heterogen. Sedangkan reaksi pembentukan NaOH mengikuti reaksi heterogen. Reaksi: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$

Dalam mempelajari kinetika reaksi NaOH yang merupakan reaksi heterogen dapat dilakukan suatu permodelan untuk mempermudah pemahaman proses yang terjadi dan faktor-faktor yang mengontrolnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data suhu dan waktu terbaik yang menghasilkan konversi reaksi terbesar.

Bahan penelitian yang digunakan antara lain Kapur padam, kadar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ di atas 90% (kering), Soda Ash, kadar 99%, dan HCl p.a

Peralatan yang digunakan adalah 1. Labu leher tiga, 2. Water bath, 3. Motor pengaduk, 4. Pengaduk, 5. Termometer, 6. Kondensor, 7. Air masuk, 8. Air keluar, 9. Statip.

Variabel penelitian yang ditetapkan adalah kadar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 20% berupa slurry, Putaran pengaduk 100 Rpm, Kadar Na_2CO_3 20% berupa larutan, Berat 20% larutan Na_2CO_3 300 gram, Ukuran partikel 20 mesh, Variabel yang dijalankan antara lain: Berat slurry [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] 20% (gr) 150, 175, 200, 225, 250; Waktu (menit): 40, 50, 60, 70, 80 dan Suhu ($^{\circ}\text{C}$): 75, 80, 85, 90, 95.

Prosedur Penelitian sebagai berikut:

1. Kapur padam diayak dengan ayakan 20 mesh, digunakan yang lolos saringan.
2. Ditambahkan aquadest secukupnya dan diaduk
3. Partikel yang lolos saringan dikeringkan di oven sampai berat konstan.
4. Padatan kering ditimbang dan ditambahkan aquadest sampai kadar padatan 20% dengan berat 150, 175, 200, 225, 250 gram
5. Ditimbang Na_2CO_3 seberat 60 gram dan dilanjutkan dengan aquadest hingga berat 300 gram

6. Kedua bahan tersebut dimasukkan ke labu leher tiga sesuai dengan peubah
7. Dilakukan pengadukan dan pemanasan pada 75, 80, 85, 90, 95°C sesuai waktu : 40, 50, 60, 70, 80 menit
8. Hasil reaksi pembuatan NaOH yang berupa larutan dan padatan (slurry), disaring dengan kertas saring.
9. Endapan yang tertahan dicuci dengan aquadest sebanyak 3 kali dan filtrat dimasukkan labu ukur 1000 ml, ditambah aquadest sampai batas 1000 ml dan dikocok hingga rata.
10. Di pipet 25 ml untuk titrasi penentuan kadar NaOH, praktis akan diketahui pula konversi reaksi
11. Dari konversi yang diperoleh akan didapat harga k yang dibuat grafik, dimana akan dapat diketahui orde reaksinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Konversi

Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi ditunjukkan pada tabel 1 sampai dengan tabel 5

Tabel 1 Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 150 gram

Waktu (menit)	X_B				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.0703	0.081	0.0945	0.1106	0.124
50	0.0743	0.0873	0.1008	0.1172	0.1324
60	0.0804	0.0963	0.1085	0.1247	0.1414
70	0.0846	0.1044	0.1162	0.1316	0.1503
80	0.0902	0.1137	0.124	0.1381	0.1601

Tabel 2 Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 175 gram

Waktu (menit)	X_B				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.2045	0.2203	0.238	0.2574	0.2701
50	0.21	0.2261	0.2416	0.2617	0.2791
60	0.2143	0.2304	0.2478	0.2675	0.286
70	0.2197	0.2349	0.252	0.2723	0.2932
80	0.2253	0.2408	0.2577	0.2756	0.3

Tabel 3 Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 200 gram

Waktu (menit)	X_B				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.3512	0.3666	0.3831	0.4006	0.4192
50	0.3575	0.3722	0.3883	0.4064	0.427
60	0.3657	0.3771	0.3952	0.4129	0.4362
70	0.3742	0.386	0.4003	0.4192	0.4411
80	0.3801	0.3911	0.4052	0.4215	0.4484

Tabel .4 Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 225 gram

Waktu (menit)	X_B				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.5422	0.558	0.5751	0.5933	0.6128
50	0.552	0.5684	0.5846	0.6025	0.6217
60	0.5631	0.5796	0.5965	0.615	0.6342
70	0.574	0.5924	0.6065	0.6271	0.643
80	0.5892	0.607	0.6182	0.6351	0.657

Tabel 5: Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap koversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 250 gram

Waktu (menit)	X_B				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.7322	0.7483	0.7634	0.7805	0.7987
50	0.7496	0.7651	0.7822	0.8009	0.8131
60	0.7709	0.7865	0.7994	0.8217	0.8268
70	0.7865	0.8035	0.8175	0.84	0.8423
80	0.8045	0.8235	0.839	0.8604	0.8604

Pada tabel 1 sampai dengan 5, terlihat bahwa lamanya reaksi dan suhu reaksi berpengaruh terhadap konversi. Semakin lama waktu reaksi, semakin besar pula konversinya. Hal ini disebabkan kesempatan kontak antara zat-zat pereaksi semakin lama, sehingga konversi akan meningkat. Sesuai dengan teori bahwa reaksi yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya reaksi lanjut yang menghasilkan produk yang tidak diinginkan. Disini terlihat pada waktu 40 menit konversi belum begitu kelihatan, tetapi pada waktu 80 menit konversi naik secara signifikan. Kenaikan waktu reaksi (t) dari 40 menit sampai dengan

80 menit pada suhu reaksi 70 °C sampai dengan 90 °C dan dengan berat slurry Ca(OH)_2 150 gram sampai dengan 250 gram mengakibatkan konversi naik secara nyata.

Penentuan Reaksi Pengendali

Penentuan langkah pengendali dari sebuah reaksi, apakah itu reaksi kimia sebagai pengendali. Pada tahap ini ditinjau dari segi konversi terhadap waktu pada berbagai kondisi suhu yang berlangsung selama penelitian. Dari persamaan yang telah ada dapat dibuat grafik waktu (t) versus $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ dimana a sebagai slope.

Tabel 6 Pengaruh $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ terhadap waktu pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 150 gram

Waktu (menit)	$[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.024	0.0278	0.0326	0.0383	0.0432
50	0.0254	0.03	0.0348	0.0407	0.0462
60	0.0276	0.0332	0.0376	0.0434	0.0496
70	0.029	0.0361	0.0403	0.0459	0.0528
80	0.031	0.0394	0.0432	0.0483	0.0565

Tabel 7 :Pengaruh $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ terhadap waktu pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 175 gram

Waktu (menit)	$[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.0734	0.0796	0.0866	0.0944	0.0996
50	0.0756	0.0819	0.0881	0.0962	0.1033
60	0.0772	0.0836	0.0905	0.0986	0.1062
70	0.0794	0.0854	0.0922	0.1005	0.1092
80	0.0816	0.0877	0.0945	0.1019	0.1121

Tabel 8 Pengaruh $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ terhadap waktu pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 200 gram

Waktu (menit)	$[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.1343	0.1412	0.1487	0.1568	0.1657
50	0.1371	0.1437	0.1511	0.1596	0.1694
60	0.1408	0.1460	0.1543	0.1626	0.1739
70	0.1446	0.1501	0.1567	0.1657	0.1763
80	0.1473	0.1524	0.1590	0.1668	0.1799

Tabel 9 Pengaruh $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ terhadap waktu pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 225 gram

Waktu (menit)	$[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.2293	0.2383	0.2482	0.2591	0,2711
50	0.2348	0.2443	0.2539	0.2647	0,2768
60	02412	0.2509	0.2610	02725	0,2848
70	0.2476	0.2586	0.2672	0.2802	0,2906
80	0.2566	0.2675	0.2745	0.2854	0,3000

Tabel 10 Pengaruh $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ terhadap waktu pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 250 gram

Waktu (menit)	$[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$				
	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
40	0.3554	0.3686	0.3815	0.3968	0.4139
50	03697	0.3830	0.3983	0.4161	0.4282
60	0.3881	0.4023	0.4146	0.4372	0.4426
70	0.4023	0.4186	0.4328	0.4571	0.4597
80	0.4196	0.4391	0.4560	0.4812	0.4812

Penentuan Konstanta Kecepatan Reaksi

Tabel 11 Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 150 gram

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$1/\tau$	τ (menit)	k''	$-r_A = k'' \cdot C_{AL}$
70	0.000177	5649.718	0.002439	$-r_A = 0.002439 \cdot C_{AL}$
75	0.000294	3401.361	0.004066	$-r_A = 0.004066 \cdot C_{AL}$
80	0.000268	3731.343	0.003700	$-r_A = 0.003700 \cdot C_{AL}$
85	0.00033	3030.303	0.004562	$-r_A = 0.004562 \cdot C_{AL}$
90	0.000439	2277.904	0.006058	$-r_A = 0.006058 \cdot C_{AL}$

Tabel 12 Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 175 gram

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$1/\tau$	τ (menit)	k''	$-r_A = k'' \cdot C_{AL}$
70	0.000201	4975.124	0.002776	$-r_A = 0.002776 \cdot C_{AL}$
75	0.000198	5050.505	0.002802	$-r_A = 0.002802 \cdot C_{AL}$
80	0.000201	4975.124	0.002772	$-r_A = 0.002772 \cdot C_{AL}$
85	0.000193	5181.347	0.002661	$-r_A = 0.002661 \cdot C_{AL}$
90	0.000308	3246.753	0.002643	$-r_A = 0.002643 \cdot C_{AL}$

Tabel 13 Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 200 gram

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$1/\tau$	τ (menit)	k''	$-r_A = k'' \cdot C_{AL}$
70	0.000336	2976.19	0.004278	$-r_A = 0.004278 \cdot C_{AL}$
75	0.000288	3472.222	0.003972	$-r_A = 0.003972 \cdot C_{AL}$
80	0.000262	3816.794	0.003614	$-r_A = 0.003614 \cdot C_{AL}$
85	0.000259	3861.004	0.00358	$-r_A = 0.003580 \cdot C_{AL}$
90	0.000353	2832.861	0.003465	$-r_A = 0.003465 \cdot C_{AL}$

Tabel 14 Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)_2 225 gram

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$1/\tau$	τ (menit)	k''	$-r_A = k'' \cdot C_{AL}$
70	0.000674	1483.68	0.009311	$-r_A = 0.009311 \cdot C_{AL}$
75	0.000728	1373.626	0.009462	$-r_A = 0.009462 \cdot C_{AL}$
80	0.0006	1666.667	0.009119	$-r_A = 0.009119 \cdot C_{AL}$
85	0.000681	1468.429	0.009408	$-r_A = 0.009408 \cdot C_{AL}$
90	0.000716	1396.648	0.009632	$-r_A = 0.009632 \cdot C_{AL}$

Tabel 15 Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu untuk berat slurry Ca(OH)₂ 250 gram

Suhu (°C)	1/τ	τ (menit)	k"	-r _A = k" . C _{AL}
70	0.00161	621.118	0.022239	-r _A = 0.022239 . C _{AL}
75	0.001765	566.5722	0.024386	-r _A = 0.024386 . C _{AL}
80	0.001834	545.2563	0.025336	-r _A = 0.025336 . C _{AL}
85	0.0021	476.1905	0.029001	-r _A = 0.029001 . C _{AL}
90	0.001526	655.308	0.027001	-r _A = 0.027001 . C _{AL}

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Hasil pembentukan NaOH yang optimum terjadi pada kondisi operasi 100 Rpm, 80 menit, suhu 85 °C dan berat slurry Ca(OH)₂ sebesar 250 gram. Waktu reaksi sangat mempengaruhi hasil pembentukan NaOH, semakin lama waktu operasi maka akan semakin besar pula NaOH yang terbentuk. Suhu operasi juga sangat berpengaruh dalam pembentukan NaOH, semakin tinggi suhu, maka akan semakin mudah Na₂CO₃ yang terkonversi. Dalam persamaan konstanta kecepatan reaksinya dihasilkan persamaan : $k = 0.04168 e^{-379/RT}$

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan Ca(OH)₂ limbah gas asetilin. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan reaksi yang serupa (hampir sama) yaitu memanfaatkan senyawa Ca(OH)₂ dan Na₂CO₃ yang cukup besar dengan ukuran partikel yang berbeda dan variabel suhu yang lebih tinggi guna mendukung penentuan langkah reaksi pengendali.

DAFTAR PUSTAKA

- Anil Kumar DE, 1983, *A Textbook of Inorganic Chemistry*, Sixth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi
Bangalore Bombay Calcutta Madras Hyderabad.
- Arthur And Elizabeth Rose, 1958, *The Condensed Chemical Dictionary*, Fifth Edition, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Octave Levenspiel, 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd Edition, John Wiley And Sons, Inc, New York.
- Perry, R.H. And Chilton, C.H, 1981, *Perry's Chemical Engineering Hand Book*, 3rd Edition, Mc. Graw Hill, Kogakusha, Tokyo.
- Ralph H. Petrucci, Suminar, 1992, *Kimia Dasar, Prinsip dan Terapan Modern*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Stanley M. Walas, 1998, *Chemical Process Equipment*, hlm. 53. Butterworth-Heinemann, Boston.
- W.L. Faith, Donald B. Keyes, Ronald L. Clark, 1961, *Industrial Chemical*, hlm. 689, John Wiley and Sons, Inc, New York.